

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

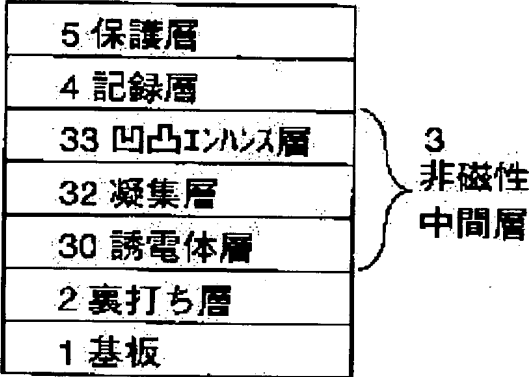
(11)Publication number : 2003-223713  
(43)Date of publication of application : 08.08.2003

(51)Int.Cl. G11B 5/738  
G11B 5/65  
G11B 5/667  
G11B 5/851

(21)Application number : 2002-017198 (71)Applicant : FUJITSU LTD  
(22)Date of filing : 25.01.2002 (72)Inventor : MORIKAWA TAKESHI  
KAWANO HIROYASU

(54) INFORMATION RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:  
PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the recording resolution and SNR of an information recording medium consisting of a back lining, a non-magnetic intermediate layer, and a recording layer.  
SOLUTION: This information recording medium is featured in that it has a back lining with its easy magnetizing axis set in its inside direction, a non-magnetic intermediate layer whose surface is finely roughened, and a recording magnetic layer easy to magnetize perpendicularly to record information in this order. Further, the non-magnetic intermediate layer consists of a dielectric layer, an agglomerated layer to form the fine asperity grains, and an enhancing layer to increase the height of the grains on the agglomerated layer in this order from the above back lining layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-223713  
(P2003-223713A)

(43) 公開日 平成15年8月8日 (2003.8.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 1 1 B	5/738	G 1 1 B	5 D 0 0 6
	5/65		5 D 1 1 2
	5/667		
	5/851		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-17198(P2002-17198)

(22) 出願日 平成14年1月25日 (2002.1.25)

(71) 出願人 000005223  
富士通株式会社  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号  
(72) 発明者 森河 剛  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(72) 発明者 川野 浩康  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(74) 代理人 100065248  
弁理士 野河 信太郎

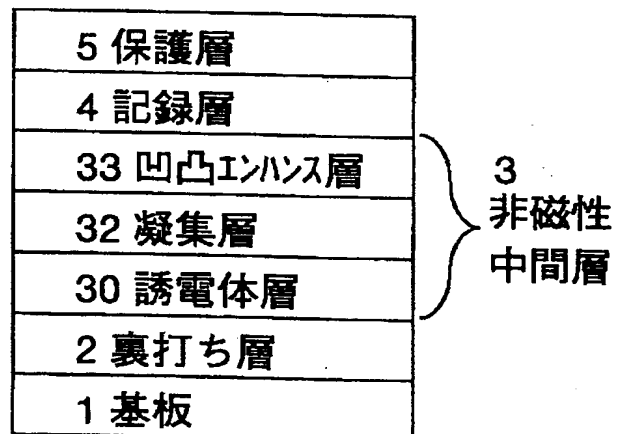
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 この発明は、情報記録媒体に関し、裏打ち層、非磁性中間層、記録層という構成の媒体の、記録分解能とSNRの向上を図ることを課題とする。

【解決手段】 面内方向に磁化容易軸を有する裏打ち層と、表面に微細な凹凸形状が形成された非磁性中間層と、垂直方向に磁化容易軸を有し情報を記録する記録磁性層とがこの順に形成され、非磁性中間層が、少なくとも前記裏打ち層に近い方から順に、誘電体膜層、微細凹凸形状の粒子を形成するための凝集層、前記凝集層の粒子の高さを高めるための凹凸エンハンス層からなること。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 面内方向に磁化容易軸を有する裏打ち層と、表面に微細な凹凸形状が形成された非磁性中間層と、垂直方向に磁化容易軸を有し情報を記録する記録磁性層とがこの順に形成され、非磁性中間層が、少なくとも前記裏打ち層に近い方から順に、誘電体膜層、微細凹凸形状の粒子を形成するための凝集層、前記凝集層の粒子の高さを高めるための凹凸エンハンス層からなることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項2】 前記凝集層の表面張力が、前記誘電体層の表面張力よりも大きいことを特徴とする請求項1の情報記録媒体。

【請求項3】 前記凝集層が、金属膜または合金膜からなることを特徴とする請求項2の情報記録媒体。

【請求項4】 前記凹凸エンハンス層が、他の層の材料よりも原子半径の小さい元素を含む材料で形成されていることを特徴とする請求項1、2または3に記載の情報記録媒体。

【請求項5】 前記誘電体膜層と凝集層との間に、前記凝集層に形成される粒子の基点となる核を形成するための基点形成層を、さらに備えたことを特徴とする請求項1、2、3または4に記載の情報記録媒体。

【請求項6】 基板上に、裏打ち層、非磁性中間層、垂直磁化記録磁性層をこの順に形成する情報記録媒体の形成方法であって、裏打ち層は、軟磁性材料をコスパッタリングすることにより形成され、非磁性中間層は、非磁性材料と反応性ガスとのスパッタリングにより誘電体層を製膜し、所定の加熱処理をした後、その上に金属または合金材料をスパッタリングにより凝集層を製膜し、その上に金属よりも原子半径の小さい元素をスパッタリングすることにより凹凸エンハンス層を製膜することにより形成されることを特徴とする情報記録媒体の形成方法。

【請求項7】 前記加熱処理と凝集層製膜工程との間に基点形成層を製膜する工程を導入することを特徴とする請求項6記載の情報記録媒体の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、情報記録媒体に関し、特に、軟磁性膜からなる裏打ち層を有する垂直磁気記録方式の情報記録媒体の構成に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、面内磁気記録方式の情報記録媒体が提案されている。この面内磁気記録方式の情報記録媒体は、基板上に少なくとも非磁性下地層、面内磁化記録磁性膜層、保護膜の順で形成されており、特開平10-198957号公報には、非磁性下地層に低融点金属材料を用い、その表面に凹凸を形成したものが提案されている。また、近年高密度化の要求に対応するため、ディスクの線記録密度（トラック方向の密度）を高めた

垂直磁気記録方式の情報記録媒体が提案されている。

【0003】この垂直磁気記録方式では、垂直磁気異方性を有する磁性膜（たとえば $TbFeCo$ ）に情報を記録するが、その媒体構成は、基板上に少なくとも、非磁性中間層、垂直磁化記録磁性膜、保護膜が、この順に形成されたものであり、非磁性中間層としては、たとえば、比較的 $Cr$ の多い非磁性 $CoCr$ 膜、非磁性の $Ti$ 系合金膜などが用いられている。また、 $Pt$ 層（または $Pd$ 層）および $Co$ 層からなる積層垂直磁化記録膜の下地層として、貴金属（ $Pt$ 等）と、酸化物（ $SiO_2$ 等）あるいは窒化物（ $AlN$ 等）との複合材料からなる層を形成した磁気記録媒体が提案されている（特開2001-155329号公報、特開2001-291230号公報）。また、下地層として、炭素を含有する界面層を設けたものも提案されている（特開昭63-211117号公報）。

【0004】さらに、垂直磁気記録方式では、磁性膜に高密度かつ高効率で情報を記録再生するために、基板と磁性膜との間に、裏打ち層としての軟磁性膜を設けたものが提案されている。図10に、従来の磁気情報記録媒体の一例の構成図を示す。従来の媒体は、基板1上に裏打ち層2、非磁性下地層3、記録層4、保護層5を形成した構成を有する。裏打ち層2には、保持力の小さな磁性材料が用いられ、面内磁気異方性を有する膜として形成されるが、これは、磁気ヘッドと裏打ち層2との間に生ずる磁気的な相互作用により大きな磁界を得て、磁性膜（記録層4）に垂直磁気記録をするものである。たとえば、裏打ち膜2としては、 $FeNi$ 系合金膜、 $CoZr$ 系合金膜（ $CoZrNb$ ）、金属間化合物膜（ $FeTaC$ ）などが用いられている。図10に、その他の層の代表的な材料及び膜厚を示している。ここで、裏打ち層2と記録層の距離に等しい非磁性下地層3の厚さは数十 $nm$ 以上である。この非磁性下地層3は、図11に示すようにその表面に凹凸形状の粒子を有しているが、その粒子の平均粒径は50 $nm$ 程度以上となっており、高解能化のためには、この粒径を小さくする必要がある。

【0005】また、特開2001-312815号公報には、基板1と記録層4（垂直磁性膜）との間に、少なくとも裏打ち層2としての軟磁性膜と、下地膜を形成した磁気記録媒体が提案されている。下地膜は、その上に積層される垂直磁性膜の結晶を微細化し、ノイズ特性を向上するためのものであり、 $CoZrC$ 系の材料を用いて形成される。また、この下地膜の上に、さらに非磁性下地層（ $Ti$ 、 $Zr$ 等）あるいは非磁性中間層（ $Co/Cr$ 系合金等）を形成するものも提案されている。さらに、垂直磁性膜等の結晶を微細化して媒体のノイズ特性を向上させるための核発生源を増加させるために、ガラス基板の上に直接カーボン下地膜と $CoZr$ 系下地膜とを形成した媒体も提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、軟磁性膜は、これと磁気ヘッドとの間に生ずる磁気的な相互作用により大きな磁界を得ようとするものである。軟磁性膜と磁気ヘッド、軟磁性膜と垂直磁化記録磁性膜との距離は、どちらもできるだけ近い方がよい。たとえば、軟磁性膜と垂直磁化記録磁性膜との距離が100nm程度離れていると、正常に記録することができず、また情報の再生も困難である。しかし、面内磁気記録方式の情報記録媒体では、非磁性下地層は、一般に数十nm以上の膜厚を有し、かなり厚い。したがって、この面内磁気記録方式の非磁性下地層をそのまま垂直磁気記録方式の情報記録媒体に適用しても、その膜厚が厚すぎるために高密度かつ高効率の情報記録をすることができない。

【0007】また、この非磁性下地層（凹凸形成層）に微細な凹凸を形成するために、特開平10-198957号公報では、凹凸形成層の膜厚を2nm～20nmとしているが、凹凸形成層以外に下地層があることや表面粗さが小さくなるので、この層を含む下地層全体の膜厚をこれ以上薄くすることは困難である。すなわち、記録分解能を向上させるためには、凹凸の粒径を小さくする必要があるが、従来のような下地層を基板上に形成するだけでは、下地層の膜厚を薄くしてかつその表面にできる凹凸形状の粒径を小さくすることは困難である。

【0008】また、面内磁気記録方式の情報記録媒体には、基板と非磁性下地層との間に、軟磁性膜からなる裏打ち層が形成されたものはない。さらに、垂直磁気記録方式の情報記録媒体では、図10に示すように、基板上に裏打ち層2と非磁性下地層3とが形成されたものが提案されているが、いずれも、非磁性下地層3の膜厚は数十nm以上であり、裏打ち層2と記録層4との距離は数十nm～数百nm程度となり、裏打ち層を設けた媒体において高密度化を図るという効果を得ることは困難である。

【0009】また、特開2001-312815号公報に記載された媒体では、軟磁性膜（裏打ち層）と垂直磁性層との間に形成される層（下地層などからなる多層膜）のトータルの膜厚は数十nm以上と厚くなるので、前記したと同様に、裏打ち層と垂直磁性層との距離が離れすぎているので、裏打ち層を設けた効果が十分に得られない。また、ガラスなどの基板上に直接カーボン下地膜等を形成した構成は、核発生源を増加させるためには有効であったが、基板上に裏打ち層（軟磁性膜）を形成したものでは、裏打ち層の上にカーボン下地膜を形成しても核発生源の増加の効果は少なく、特に裏打ち層の上に誘電体層のような層を介在しないでカーボン下地層を形成した場合、ノイズ特性の向上に寄与する核発生源の形成は困難である。

【0010】この発明は、以上のような事情を考慮してなされたものであり、裏打ち層を備えた垂直磁気記録方式の情報記録媒体において、裏打ち層の上に少なくとも

誘電体薄膜からなる非磁性中間層を備えることにより、記録分解能の向上と、SNRの向上を図ることを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明は、面内方向に磁化容易軸を有する裏打ち層と、表面に微細な凹凸形状が形成された非磁性中間層と、垂直方向に磁化容易軸を有し情報を記録する記録磁性層とがこの順に形成され、非磁性中間層が、少なくとも前記裏打ち層に近い方から順に、誘電体膜層、微細凹凸形状の粒子を形成するための凝集層、前記凝集層の粒子の高さを高めるための凹凸エンハンス層からなることを特徴とする情報記録媒体を提供するものである。この発明によれば、誘電体膜層等を含む非磁性中間層を備えているので、裏打ち層と記録層との距離を近づけ、記録層の下に形成される層の表面に微細な凹凸形状の粒子を形成することができ、記録分解能の向上と、SNRの向上を図ることができる。

【0012】ここで、記録分解能の向上のためには、前記凝集層の表面張力が、前記誘電体層の表面張力よりも大きい材料を用いることが好ましい。また、前記凝集層は、金属膜または合金膜からなる薄膜を用いることができる。さらに、前記凹凸エンハンス層は、他の層の材料よりも原子半径の小さい元素を含む材料で形成されるようにしてもよい。また、前記誘電体膜層と凝集層との間に、前記凝集層に形成される粒子の基点となる核を形成するための基点形成層を、さらに備えてもよい。

【0013】さらに、この発明は、基板上に、裏打ち層、非磁性中間層、垂直磁化記録磁性層をこの順に形成する情報記録媒体の形成方法であって、裏打ち層は、軟磁性材料をコスパッタリングすることにより形成され、非磁性中間層は、非磁性材料と反応性ガスとのスパッタリングにより誘電体層を製膜し、所定の加熱処理をした後、その上に金属または合金材料をスパッタリングにより凝集層を製膜し、その上に金属よりも原子半径の小さい元素をスパッタリングすることにより凹凸エンハンス層を製膜することにより形成されることを特徴とする情報記録媒体の形成方法を提供するものである。また、前記加熱処理と、凝集層製膜工程との間に基点形成層を製膜する工程を導入してもよい。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳述する。なお、これによってこの発明が限定されるものではない。

<実施例1>図1に、この発明の実施例1の情報記録媒体の構成図を示す。実施例1の媒体は、基板1上に、裏打ち層2、誘電体層30、凝集層32、凹凸エンハンス層33、記録層4、保護層5を、この順に形成したものである。

【0015】ここで、誘電体層30、凝集層32、凹凸エンハンス層33の部分が非磁性中間層3に相当し、微

細な凹凸形状の粒子を多数有し、記録層4の記録分解能およびSNRを向上させるために設けられたものであり、この発明を特徴づける構成である。また、この非磁性中間層3の部分の膜厚は3nm程度以下とすることにより、裏打ち層と記録層との距離、および裏打ち層と記録ヘッドとの距離を近づけることができるので、記録磁界の磁界分布が急峻となり、記録分解能の向上とともに、SNRの向上を図ることができる。

【0016】〔実施例1の媒体の構成〕図3に、この発明の実施例1の媒体の代表的な材料と膜厚を示す。

〔基板1〕基板1には、ガラス基板の他、Si基板またはAl合金基板などを用いることができる。また、従来の媒体と同程度の厚さ0.635mm程度のものを用いればよい。

【0017】〔裏打ち層2〕裏打ち層2は、面内方向に磁化容易軸を有する軟磁性膜を用いる。その材料としては、Fe、Co、Niなどの金属を主成分とする材料、たとえばFeC、FeNi、CoZrNbを用いることができる。また、裏打ち層2の膜厚は、有効な磁気的な相互作用を得るために、300nm程度とする必要がある。

【0018】〔誘電体層30〕誘電体層30は、非磁性中間層3のうち、最も基板に近く、裏打ち層2の上に形成されるものであり、この上に形成される微細凹凸形状をできるだけ小さなものとするために必要な層である。裏打ち層2と凝集層32との間には、凝集層32の表面張力よりも小さな表面張力を持つ薄膜を形成すれば、この薄膜と凝集層32との表面張力の差により、凝集層32には微細な凹凸形状の島状粒子が形成できる。

【0019】このように比較的表面張力の小さな薄膜を裏打ち層の上に形成すれば、情報記録媒体の記録分解能の向上を達成できるが、具体的には、この薄膜としては誘電体材料からなる膜を利用する。誘電体膜30としては、その表面張力が300mN/m程度である膜を用いることができ、たとえば、SiO<sub>x</sub>、SiN<sub>x</sub>、ZnO<sub>x</sub>、AlO<sub>x</sub>、AlN<sub>x</sub>などの酸化物や窒化物を用いることができる。

【0020】このような誘電体膜30は、その膜厚が0.5nm程度で、かなり平滑な表面を持つ薄膜として形成できる。なお、裏打ち層2(FeCなど)の表面張力は、2000~3000mN/m程度であり、後述する凝集層32の表面張力は1000~2000mN/m程度である。

【0021】また、後述するようにこの誘電体層30の有無により、記録分解能(D50)とSNRに大きな差異を生じ、誘電体層30の存在は記録分解能およびSNRの向上に寄与するものである。さらに、このような比較的表面張力の小さい層を裏打ち層の上に形成しているので、この上に形成する凝集層32に用いる材料の選択の余地を増加させることができる。

【0022】〔凝集層32〕凝集層32は、微細な凹凸形状の粒子からなる層であり、この層の粒子の粒径が小さいほど、記録分解能を向上させることができる。凝集層32としては、Agの他、Al、Pt、Pd、AuまたはCuなどの金属、これらの金属を主成分とする合金(FePt、CoPt、WAgなど)を用いることができる。膜厚は0.5nm程度とする。また、凝集層32は、表面にできる凹凸粒子の粒径をできるだけ小さくするために、融点の低い金属または合金材料を用いることが好ましい。

【0023】低融点材料は、一般的に比較的低温で表面拡散しやすいので、低温でも凝集しやすく、小さな粒径を持つ微細な凹凸形状を形成することができるからである。したがって、融点が高い金属、たとえば表面拡散開始温度が822℃と高いタングステンWよりも、融点の低い銀Ag(表面拡散開始温度97℃)の方が好ましい。

【0024】特に、一般的な磁気記録媒体の製膜プロセスでは、加熱温度は250℃以下であるので、凝集層32を形成するときの拡散温度は高々300℃以下とする必要があり、この点からも低融点材料を用いることが望まれる。

【0025】〔凹凸エンハンス層33〕凹凸エンハンス層33は、凝集層32に形成された表面の凹凸形状の高さをより高くする(エンハンスする)ための層であり、この凹凸エンハンス層33を形成することにより、各凹凸形状の頂上付近の粒径をより小さくすることができ、より記憶分解能の向上を図ることができる。凹凸エンハンス層33の材料としては、凝集層32に用いる金属よりも、原子半径の小さい元素を含む材料を用いることができる。たとえば、凹凸エンハンス層33は、C、BまたはPからなる層、もしくはこれらの元素を含む化合物(SiCなど)からなる層として形成すればよい。また、凹凸エンハンス層33の膜厚は1nm程度とする。

【0026】以上の誘電体層30、凝集層32、凹凸エンハンス層33の3つの層で非磁性中間層3が構成されるが、これらの3つの層の膜厚の合計は2nm程度であり、裏打ち層2と記録層4との距離をかなり近づけることができるので、この点からも記録分解能とSNRの向上を図ることができる。

【0027】〔記録層4〕記録層4は、垂直方向に磁化容易軸を有し、情報を記録する層であるが、この層は従来と同様な材料(TbFeCo膜、Pd/Co多層膜、FePt膜、CoCrPt系合金膜など)を用いることができる。この層4の膜厚は13nm程度とすればよい。

【0028】〔保護層5〕保護層5は、記録層4にきず等がつくのを防止するための層であり、たとえばSiN膜、SiNとCとの多層膜、C膜、Y-SiO<sub>2</sub>膜、AlN膜などを用いることができる。その膜厚は、1nm

～3 nm程度とする。図3には、SiN膜(2 nm)とC膜(1 nm)からなる多層膜を示している。

【0029】〔媒体の断面構造〕図4に、この発明の実施例1の媒体の概略断面図を示す。図4は、凝集層32等の凹凸形状のようすを表すために、凹凸エンハンス層33までの部分を示している。同図に示すように、誘電体層30の表面はほとんど平らであるが、凝集層32は微細な粒子から形成されており、その上に、この微細な粒子の凹凸形状の高さを増すように凹凸エンハンス層33が形成される。この凹凸エンハンス層33の凹凸形状の上に記録層4が形成されると、1つ1つの凹凸形状を磁化の記録単位とすることができる。この凹凸の単位形状は従来の媒体の中間層の表面にできる凹凸(図21参照)よりもはるかに小さいので、従来よりも記録分解能を高くすることができる。

【0030】〔媒体の製造方法〕次に、この発明の実施例1の媒体の製造方法について説明する。製造装置としては、従来のものとほぼ同じものを用いることができる。たとえば、DCマグネトロンスパッタ装置を用いることができる。各層の製膜は、この装置を所定の真空度に設定し、製膜する材料のターゲットと基板とを装置内に入れ、基板を自公転させながら、原則として室温程度で反応ガスを流入させながらスパッタリングすることにより行った。

#### 【0031】(1) 裏打ち層2の形成

まず、初めに、基板上に裏打ち層2となる軟磁性膜を製膜する。たとえば、軟磁性膜であるFeC膜は、FeターゲットとCターゲットを別々にスパッタ装置内に配置し、同時にコスパッタすることにより基板上に製膜する。製膜条件としては、スパッタガスArのガス圧0.16 Pa, Fe投入電力370 W, C投入電力330 W, スパッタレート19.3 nm/分とする。これにより、厚さ300 nm程度のFeC膜が製膜される。

#### 【0032】(2) 誘電体層30の形成

次に、軟磁性膜2の上に、誘電体層30を製膜する。たとえば、SiN膜の場合、ターゲットとしてSi, スパッタガスとしてArガスとN<sub>2</sub>ガスを用い、スパッタレート14 nm/分, ガス圧0.32 Pa, ArとN<sub>2</sub>の流量比=2:1, 投入電力500 Wという条件でスパッタリングにより製膜する。これにより、厚さ0.5 nm程度のSiN膜が製膜される。

【0033】また、AlN膜の場合、ターゲットとしてAl, スパッタガスとしてArガスとN<sub>2</sub>ガスを用い、他の条件はSiN膜と同様にしてスパッタリングを行う。また、SiO<sub>x</sub>膜の場合、Siターゲット, ArガスとO<sub>2</sub>ガスを用いて、ArとO<sub>2</sub>の流量比=2:1としてスパッタリングを行う。ここで、酸素含有量を変化させる場合は、流量比を変化すればよい。

#### 【0034】(3) 凝集層32の形成

次に、誘電体層30の上に凝集層32を形成する。こ

で、誘電体層30を形成した後凝集層32を形成する前に、凝集を促進するために、媒体を200℃程度に加熱するとともに、酸素による暴露を行う。その後、たとえば、Agターゲット、Arガスを用い、スパッタレート7.5 nm/分, Arガス圧1.5 Pa, 投入電力35 Wという条件でスパッタリングを行うと、厚さ0.5 nm程度、高さ0.5 nm程度の微細凹凸形状を持つ凝集層が形成される。

#### 【0035】(4) 凹凸エンハンス層33の形成

次に、凝集層32の上に、凹凸エンハンス層33を形成する。たとえば、原子半径の比較的小さいCターゲット, Arガスを用い、スパッタレート5.0 nm/分, Arガス圧0.5 Pa, 投入電力1000 Wという条件でスパッタリングを行う。これにより、凝集層32の凹凸形状の高さを増加させるように、炭素Cが積層され、厚さ1 nm程度の凹凸エンハンス層33が形成される。

#### 【0036】(5) 記録層4の形成

次に、凹凸エンハンス層33の上に、記録層4を製膜する。たとえば、TbFeCoターゲット, Arガスを用い、スパッタレート30.9 nm/分, Arガス圧0.5 Pa, 投入電力440 Wという条件でスパッタリングを行う。これにより、厚さ13 nm程度のTbFeCo膜4が製膜される。

#### 【0037】(6) 保護層5の形成

最後に、記録層4の上に、保護層5を製膜する。たとえば、ターゲットとしてSiを用いたスパッタリングにより、厚さ2 nm程度のSiN膜をまず形成し、その上に、ターゲットとしてCを用いたスパッタリングにより、厚さ1 nm程度のC膜を形成する。ここで、スパッタガスとしてArガスを用い、スパッタレート5.0 nm/分, Arガス圧0.5 Pa, 投入電力1000 Wという条件で行う。

【0038】以上(1)～(6)の工程により、実施例1の媒体が形成される。ここで、非磁性中間層3の全体の膜厚は2 nm程度であり、裏打ち層2と記録層4との距離は、従来の媒体のもの(数十nm程度)に比べるとかなり近くできる。裏打ち層2と記録層4との距離が近いので、より大きな再生信号を得ることができ、また、裏打ち層2と記録ヘッドとの距離も近くできるので、記録磁界の磁界分布が急峻となり、再生信号のエッジが乱れることなく情報の記録ができ、これがSNRの向上に結びつく。また、図4に示すように、非磁性中間層3の表面は、微細な凹凸形状とすることができる。実施例1の媒体は、このような構造を有しているため、後述するような記録分解能とSNRの向上を図ることができる。

#### 【0039】〔実施例1の媒体の記録分解能とSNR〕

次に、この発明の実施例1の媒体についての記録分解能とSNRについて説明する。図6に、各種情報記録媒体の特性値の比較図を示す。SNR(Signal to Noise Ratio)は、再生信号(S)と媒体ノイズ(N)の比を表

したものである。一般にSNRが大きいほど、媒体ノイズが小さく良好に再生信号を再生できる。ここで、SNRの単位dBは、品質を意味し、記録マーク密度に対応するものである。SNRは、ハードディスクテスターを用いて測定することができる。

【0040】D50は記録分解能を示すパラメータであり、この数値が大きいほど分解能が高く、記録密度が高いことを意味する。D50の単位(kFCI)は、最大振幅の50%値を意味し、線記録密度に対応するものである。表面粗さRaは、各媒体の所定の層の表面の荒れを示すパラメータであり、この数値が大きいほど平らではないことを意味する。表面粗さRaはAFM(原子間力顕微鏡)を用いて測定することができる。図6の実施例1と実施例2との媒体では、凹凸エンハンス層の表面における表面粗さを示している。また、比較例7~12は、記録層(TFC)を形成する前の表面における表面粗さを示している。

【0041】凹凸高さ(P-V: Peak to Valley最大高低差)は、実施例1及び2では、凹凸エンハンス層を形成した後の表面にできた凹凸形状の粒子の高さを示すパラメータであり、この数値が大きいほど粒子の高さが高いことを意味する。凹凸高さはAFM(原子間力顕微鏡)を用いて測定することができる。

【0042】平均粒径は、凹凸形状の粒子の頂上付近における平均直径を示しており、この数値が小さいほど粒子が小さく微細な凹凸形状の粒子が形成されていることを意味する。平均粒径はAFM(原子間力顕微鏡)を用いて測定することができる。また、 $\sigma$ は、表面の均一性、すなわち表面にできた凹凸形状のばらつき程度を表すパラメータであり、この数値が小さいほど、凹凸形状の粒子の位置にばらつきが少なく均一化されて形成されていることを意味する。 $\sigma$ はAFM(原子間力顕微鏡)を用いて測定することができる。また、図6の比較例7~12における凹凸高さ(P-V)、平均粒径、 $\sigma$ は記録層(TFC)を形成する前の表面の凹凸形状に対する数値を示している。

【0043】ここで、媒体の高密度化のためには、記録分解能D50が大きいこと、信号比SNRが大きいこと、表面粗さRaが極度に小さくないこと、凹凸高さ(P-V)が大きいこと、平均粒径が小さいこと、 $\sigma$ が小さいことが必要である。特に、完成された情報記録媒体全体としては、記録分解能D50が大きく、SNRも大きいことが望ましい。なお、これらのパラメータの測定には、ギャップ長0.08 $\mu$ m、コア幅0.27 $\mu$ mの読取ヘッドと、ギャップ長0.17 $\mu$ m、コア幅0.45 $\mu$ mの書込ヘッドを用いた。

【0044】図6に示した2つの実施例1の媒体(No. 1, No. 2)は、誘電体層30(SiN)上に、低融点材料のAgからなる凝集層を形成したものと、高融点材料のWからなる凝集層を形成したものを示してい

る。比較例7は、裏打ち層を有する従来の媒体を示しているが、これと2つの実施例1とを比較すると、実施例1の記録分解能(D50=387, 315)、SNR(=16.39, 14.11)は、どちらも比較例7(D50=289, SNR=13.5)よりも大きく、改善されていることがわかる。また、2つの実施例1と、凝集層32はあるが凹凸エンハンス層33のない比較例9, 10とを比較しても、実施例1の媒体の方がD50, SNRとも改善されていることがわかる。

【0045】このように、この発明の実施例1においてD50およびSNRがともに大きく改善されているのは、特に、誘電体層30、凝集層32と凹凸エンハンス層33という各層の存在があるためと考えられる。そこで、従来の媒体である比較例7に対して、裏打ち層2の上に誘電体層30のみを付加した媒体(比較例8)を作成してみると、図6に示すように、D50, SNRのどちらも改善されることがわかった。ここで、NiP膜の膜厚は5nmとした。

【0046】また、比較例7と8のNiP膜の表面にできる粒子の平均粒径と $\sigma$ とを比較すると、誘電体膜30(SiN)のある比較例8の方が平均粒径、 $\sigma$ とも小さく、NiP膜の表面に微細な凹凸形状が形成されていることがわかる。すなわち、誘電体膜30(SiN)が存在するために、その上方に微細な凹凸形状が形成できたと言うことができる。これは、誘電体層30の表面張力が、裏打ち層2および誘電体層の上に形成されたNiP膜の表面張力よりも小さいことに起因すると考えられる。

【0047】これは、図7に示した媒体の特性値の比較を見てもわかる。図7の特性値は、記録膜と保護膜とを形成する前の表面構造における特性値である。図7のNo. 21とNo. 22との比較、No. 23とNo. 24との比較によれば、いずれも誘電体層30を付加したもの(No. 22, No. 24)の方が平均粒径、 $\sigma$ とも小さくなっている。なお、図7のNo. 23, No. 24は、中間層としてNiPのかわりにCrを形成した媒体である。

【0048】図8に、比較例8の媒体について、誘電体層30(SiN)の膜厚を変えた場合の平均粒径の変化のグラフを示す。図9に、比較例8の媒体について、誘電体層30(SiN)の膜厚を変えた場合の表面粗さRaと、凹凸高さ(P-V)の変化のグラフを示す。図8によれば、SiNの膜厚が0.4~1nmでは、平均粒径がほとんど一定値(45nm程度)となっている。

【0049】図9によれば、SiNの膜厚が0.5nm~1nmでは、表面粗さ(Ra)、凹凸高さ(P-V)のどちらも変化率(減少率)が小さくなっている。したがって、誘電体層30は、薄すぎると、平均粒径が大きくなってしまい好ましくなく、また厚すぎるとRaおよびP-Vがしだいに小さくなり、どちらの場合も分解能

を向上させることはできなくなるので、図8、図9からは、誘電体層30は、0.4 nmから1 nm程度の膜厚とすることが好ましいと考えられる。

【0050】また、図6において、2つの実施例1を比較すると、低誘電材料(Ag)を用いたもの(No. 1)の方が、高融点材料(W)を用いたもの(No. 2)よりも、記録分解能D50、SNRともに大きく、良好な特性を示している。

【0051】図7においては、No. 25の媒体(高融点材料)が図6のNo. 1の実施例1の媒体に相当し、No. 26の媒体(低融点材料)が図6のNo. 2の実施例1の媒体に相当するが、このNo. 25とNo. 26の媒体を比較しても、No. 26の媒体の方が表面粗さRa、凹凸高さ(P-V)、平均粒径のいずれも小さくなり、凝集層32として低融点材料を用いた方が微細な凹凸形状を形成する上で有利であると言える。

【0052】以上のように、凝集層32としては、低融点材料が好ましいが、Ag等の金属の他、低融点の合金を用いることもできる。たとえば、凝集層32の拡散温度として300℃以下となる合金を選択するとすれば、 $\text{Fe}_x\text{Pt}(1-x)$ 、 $\text{Co}_x\text{Pt}(1-x)$ ：ここで $x > 0.8$ 、あるいは $\text{W}_x\text{Ag}(1-x)$ ：ここで $x < 0.7$ を用いることができる。これらの合金を用いても、図7の比較例26とほぼ同様に、平均粒径及び $\sigma$ を小さくすることができ、表面に微細な凹凸形状ができる。

【0053】次に凹凸エンハンス層33を形成することにより、凝集層32の表面にできた微細凹凸形状の高さを増加させることができることを説明する。図7の比較例27～30は、凝集層32の上に凹凸エンハンス層33としてC膜を形成した場合の各特性値を示している。ここで凝集層32としては、W、AlTiSi、Ag70Pd20Cu10、Agを用いている。

【0054】この4つの比較例27～30と、凹凸エンハンス層33を形成していない比較例25、26とを比較すると、比較例27～30の方が、表面粗さRaと凹凸高さ(P-V)のどちらも大きくなっている。すなわち、表面粗さRaは0.51～0.59 nm、凹凸高さ(P-V)は4.0 nm程度となっている。また、同じ凝集層Wを持つ比較例25と27との比較、同じ凝集層Agを持つ比較例26と30との比較によれば、凹凸エンハンス層33を形成した比較例27、30の方が、平均粒径がそれぞれ34から24へ、22から17へと小さくなっており、 $\sigma$ がそれぞれ3.6から2.7へ、3.1から2.5へと小さくなっている。

【0055】すなわち、凹凸エンハンス層33であるC膜を形成することにより、平均粒径を小さくし、粒子の凹凸高さを大きくすることができるので、凝集層32に形成された微細凹凸形状の構造を維持したままで、その構造の高さだけを高くできることがわかる。また、平均

粒径が小さくなっていることから、記録分解能を改善することができると言える。これは、凝集層32を形成しているAg粒子よりも原子半径の小さな元素である炭素Cを積層したことに起因すると考えられる。実施例1及び比較例では凹凸エンハンス層33の材料としてCを用いているが、この他に前記したような原子半径の小さな元素BまたはPを用いても、図7に示した各特性値について同様の傾向が得られた。

【0056】この発明の実施例1の媒体では、非磁性中間層3を誘電体層30、凝集層32、凹凸エンハンス層33という3つの層からなる薄い多層膜として形成しているので、その上に形成された記録層の記録分解能(D50)とSNRの向上を図ることができる。

【0057】＜実施例2＞図2に、この発明の実施例2の情報記録媒体の構成図を示す。ここでは、非磁性中間層3が4つの多層膜からなり、誘電体層30の上に、基点形成層31を形成した点が実施例1と異なる。

〔実施例2の媒体の構成〕基点形成層31とは、凝集層32に形成される凹凸形状の粒子の基点となるべき微小な核を形成した層である。記録分解能を向上させるためには、凝集層32に形成される凹凸形状をできるだけ微細化して均一にしかも多数形成した方がよい。

【0058】ところで、凝集層32の形成に用いるAg等の低融点材料は、比較的スパッタレートが速いので、凹凸形状の周期はそれほど短くなく、必ずしも多数の凹凸形状の粒子が形成されるとは言えない。したがって、凝集層32を形成する前に、凹凸形状の粒子が成長する核となるものを誘電体層30上にできるだけ多数作ることが、記録分解能の向上にとっては好ましい。

【0059】そこで、この観点から、この発明の実施例2では、スパッタレートが遅く、酸素または窒素と反応しやすく、酸化物および窒化物よりも表面張力が大きい薄膜(すなわち基点形成層31)を、誘電体層30の上に形成し、凝集層32の凹凸粒子の形成のもととなる核を形成する。基点形成層31を形成するための材料としては、たとえば、Ti、V、Cr、Nb、Ta、Mnなどを用いることができる。特に、酸素あるいは窒素と反応しやすい材料としては電気陰性度の小さい材料がよく、核を多数形成できるという観点から電気陰性度が1.8よりも小さい材料が好ましい。前記したTiからMnまでの6つの金属はすべて電気陰性度が1.8よりも小さく、表面張力が比較的大きい材料である。

【0060】〔基点形成層31の形成方法〕基点形成層31は、実施例1の形成方法と同様に、誘電体30を形成し、基点の凝集を促進するために加熱(200℃)と酸素による暴露を行った後、その上にスパッタリングをすることにより形成できる。たとえば、CrターゲットとArガスを用いて、スパッタレート2.8 nm/分、投入電力40 Wの条件でスパッタリングを行えば、0.5 nm程度の膜厚の基点形成層31(Cr膜)



が形成できる。

【0061】〔実施例2の媒体の断面構造〕図5に、この発明の実施例2の媒体の概略断面図を示す。これは軟磁性膜2から凹凸エンハンス層までの概略形状を示したものであるが、基点形成層31は、誘電体層30の上に微細な基点となるべき粒子が形成される。この実施例2では、このような基点形成層31の上に、実施例1と同様に、凝集層32、凹凸エンハンス層33、記録層4、保護層5を形成して媒体が完成される。

【0062】図3に、この実施例2の媒体の代表的な材料と各層の膜厚を示す。この実施例2では、非磁性中間層3は、4つの層(30~33)からなり、その膜厚は、合計2.5nm程度とする。したがって裏打ち層2と記録層4との距離は2.5nm程度とかなり薄いので、裏打ち層の存在による磁気的効果を十分発揮でき、SNR等の向上を図ることができる。

【0063】〔実施例2の媒体の記録分解能とSNR〕図6に、この発明の実施例2の媒体の膜構成と各特性値を示す。図6のNo. 3とNo. 5は、凝集層32に低融点材料Agを用いた例、No. 4とNo. 6は、凝集層32に高融点材料Wを用いた例、No. 5とNo. 6は、凹凸エンハンス層33にSiCを用いた例を示している。この4つの実施例2は、いずれも、従来の媒体である比較例7と比べると高い記録分解能とSNRを示している。特に、凝集層32に低融点材料を用いた例(No. 3, No. 5)は記録分解能D50の値が410, 408と高く、またSNRも17.63, 17.52と高く、改善効果がいちじるしい。

【0064】図7に、基点形成層31としてCr膜を形成した4つの比較例31~34を示しているが、基点形成層31のない比較例27~30と比べると、表面粗さRa, 凹凸高さ(P-V), 平均粒径,  $\sigma$ のいずれの特性値とも、小さくなっている。特に、平均粒径,  $\sigma$ が小さくなっているため、凹凸エンハンス層33の表面の凹凸形状が小さく均一に形成できることがわかる。すなわち、基点形成層31を形成することにより、より微細な凹凸形状を均一に形成できるので、高分解能化とSNRの向上を図ることができる。以上より、この発明の実施例2においても、裏打ち層の上に4つの層からなる非磁性中間層を薄膜として形成しているため、記録分解能と

SNRを向上させることができる。

【0065】

【発明の効果】この発明によれば、裏打ち層と、記録膜との間に誘電体層を含む多層膜からなる非磁性中間層を形成しているため、記録層の記録分解能とSNRを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1の情報記録媒体の構成図である。

【図2】この発明の実施例2の情報記録媒体の構成図である。

【図3】この発明の実施例1, 2の媒体の材料、膜厚の代表例を示したものである。

【図4】この発明の実施例1の媒体の一部分の断面構成図である。

【図5】この発明の実施例2の媒体の一部分の断面構成図である。

【図6】この発明の実施例1, 2を含む各種情報記録媒体の特性値の比較図である。

【図7】この発明において比較例として作成した媒体の特性値の比較図である。

【図8】この発明の一実施例において、誘電体層の膜厚を変化させた場合の平均粒径のグラフである。

【図9】この発明の一実施例において、誘電体層の膜厚を変化させた場合の表面粗さRaと凹凸高さ(P-V)のグラフである。

【図10】従来の磁気情報記録媒体の構成図である。

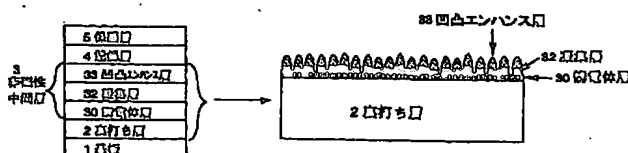
【図11】従来の磁気情報記録媒体の一部分の断面構成図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 裏打ち層
- 3 非磁性中間層
- 4 記録層
- 5 保護層
- 30 誘電体層
- 31 基点形成層
- 32 凝集層
- 33 凹凸エンハンス層

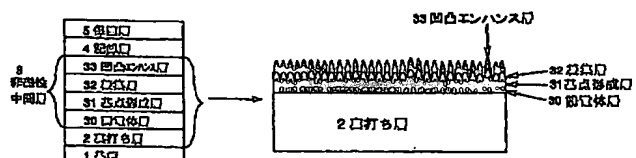
【図4】

この発明の図1に示す情報記録媒体の断面構成図



【図5】

この発明の図2に示す情報記録媒体の断面構成図



【図1】

5 保護層
4 記録層
33 凹凸インハス層
32 凝集層
30 誘電体層
2 裏打ち層
1 基板

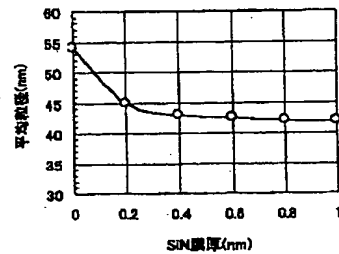
3 非磁性  
中間層

【図2】

5 保護層
4 記録層
33 凹凸インハス層
32 凝集層
31 基点形成層
30 誘電体層
2 裏打ち層
1 基板

3 非磁性  
中間層

【図8】

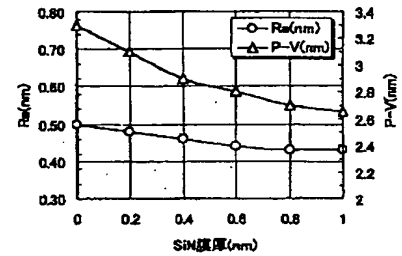
この発明の誘電体膜の膜厚を  
変化させた場合の平均粒径のグラフ


【図3】

この発明の実施例1、2の情報記録媒体の材料、膜厚

		実施例1		実施例2	
		材料	膜厚	材料	膜厚
3 非磁性 中間層	5 保護層	SiN/C	2nm/1nm	SiN/C	2nm/1nm
	4 記録層	TbFeCo	13nm	TbFeCo	13nm
	33 凹凸インハス層	C	1nm	C	1nm
	32 凝集層	Ag	0.5nm	Ag	0.5nm
	31 基点形成層			Cr	0.5nm
	30 誘電体層	SiN	0.5nm	SiN	0.5nm
	2 裏打ち層	FeC	300nm	FeC	300nm
	1 基板	ガラス	0.635mm	ガラス	0.635mm

【図9】

この発明の誘電体膜の膜厚を  
変化させた場合のRa, P-Vのグラフ


【図6】

各情報記録媒体の特性値の比較図

情報記録媒体の膜構成		信号比SNR	記録分解能	表面粗さ	凹凸高さ	平均粒径	
		(dB)	D50(kFC)	Ra(nm)	P-V(nm)	(nm)	$\sigma$
1 実施例1	FeC/SiN/Ag/C/TFC/SiN/C	18.39	387	0.59	4	17	2.5
2 実施例1	FeC/SiN/W/C/TFC/SiN/C	14.11	315	0.56	4	24	2.7
3 実施例2	FeC/SiN/Gr/Ag/C/TFC/SiN/C	17.63	410	0.48	3.2	16	0.8
4 実施例2	FeC/SiN/Gr/W/C/TFC/SiN/C	15.22	325	0.47	3.3	20	0.8
5 実施例2	FeC/SiN/Gr/Ag/SiC/TFC/SiN/C	17.62	408	0.46	3.3	15	0.8
6 実施例2	FeC/SiN/Gr/W/SiC/TFC/SiN/C	15.66	323	0.47	3.4	19	0.7
7 比較例 (誘電体層なし)	FeC/NIP/TFC/SiN/C	13.5	269	0.51	3.3	54	5
8 比較例 (誘電体層有り)	FeC/SiN/NIP/TFC/SiN/C	14.9	331	0.48	3.1	45	3.6
9 比較例 (凝集層有り)	FeC/SiN/Ag/TFC/SiN/C	15.2	321	0.48	3.1	45	3.8
10 比較例 (凝集層有り)	FeC/SiN/W/TFC/SiN/C	12.93	293	0.49	3.1	34	3.6
11 比較例 (誘電体層なし)	FeC/Gr/Ag/C/TFC/SiN/C	14.12	312	0.49	3.1	42	3.7
12 比較例 (誘電体層なし)	FeC/Gr/W/C/TFC/SiN/C	12.65	287	0.51	3.3	44	3.5

【図7】

各種記録媒体の特性値の比較図

	情報記録媒体の膜構成	表面粗さ	凹凸高さ	平均粒径	$\sigma$	
		Ra(nm)	P-V(nm)	(nm)		
21	誘電体層なし	FeC/NiP	0.5	3.3	54	5
22	誘電体層30追加	FeC/SiN/NiP	0.48	3.1	45	3.6
23	誘電体層なし	FeC/Cr	0.53	3.4	55	5.1
24	誘電体層30追加	FeC/SiN/Cr	0.46	3	43	3.5
25	凝集層 (高融点材料)	FeC/SiN/W	0.49	3.1	34	3.6
26	凝集層 (低融点材料)	FeC/SiN/Ag	0.44	2.5	22	3.1
27	凹凸凹入層33追加	FeC/SiN/W/C	0.56	4	24	2.7
28	凹凸凹入層33追加	FeC/SiN/AlTiSi/C	0.51	4.1	25	2.8
29	凹凸凹入層33追加	FeC/SiN/Ag70Pd20Cu10/C	0.59	3.9	16	2.6
30	凹凸凹入層33追加	FeC/SiN/Ag/C	0.59	4	17	2.5
31	基点形成層31追加	FeC/SiN/Cr/W/C	0.47	3.3	20	0.8
32	基点形成層31追加	FeC/SiN/Cr/AlTiSi/C	0.46	3	17	0.6
33	基点形成層31追加	FeC/SiN/Cr/Ag70Pd20Cu10/C	0.47	3.1	15	0.7
34	基点形成層31追加	FeC/SiN/Cr/Ag/C	0.48	3.2	16	0.6

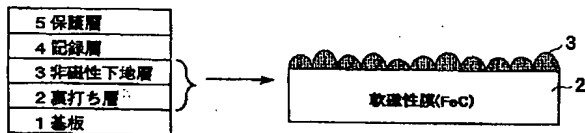
【図10】

従来の磁気情報記録媒体の構成図

	材料	膜厚
5 保護層	C	10nm
4 記録層	TbFeCo	25nm
3 非磁性下地層	NiP	15nm
2 裏打ち層	FeC	300nm
1 基板	ガラス	0.635mm

【図11】

従来の情報記録媒体の断面構成図



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D006 BB01 BB05 BB07 CA01 CA03  
 CA05 CA06 DA08  
 5D112 AA03 AA04 BD02 BD03 BD04  
 BD05 FA04 GB02